

PAT-NO: JP363036992A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 63036992 A

TITLE: LASER BEAM MACHINE

PUBN-DATE: February 17, 1988

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

SHIRASU, HIROSHI

IWAMOTO, JOJI

MACHINO, KATSUYA

MAJIMA, KIYOTO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
NIKON CORP	N/A

APPL-NO: JP61180811

APPL-DATE: July 30, 1986

INT-CL (IPC): B23K026/06

US-CL-CURRENT: 219/121.73

ABSTRACT:

PURPOSE: To improve laser beam machining accuracy by providing a zoom optical system and intensity controller for laser light and driving a variable aperture, zoom optical system and intensity controller in synchronization.

CONSTITUTION: The intensity controller 14 to adjust the total energy of the laser light L11 generated by a laser light generator 15 is provided and the zoom optical system 13 to adjust the optical diameter of the laser light L12 which is the output thereof is disposed. A laser light diameter detector 26, a zoom optical system driving mechanism 25, a variable aperture driving mechanism 23, etc., are respectively connected to a control circuit 21. The driving mechanisms 23, 25 and the controller 14 are controlled in synchronization by the above-mentioned mechanism so as to form the laser light L14 having the laser light diameter/aperture diameter ratio, adequate processing region and sectional intensity distribution present in the circuit 21. Since the

machining is executed always by the adequate laser light L14, the laser beam machining accuracy is improved.

COPYRIGHT: (C)1988,JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁 (JP) ⑩ 特許出願公開  
⑪ 公開特許公報 (A) 昭63-36992

⑫ Int. Cl. 1  
B 23 K 26/06

識別記号 庁内整理番号  
J-7920-4E

⑬ 公開 昭和63年(1988)2月17日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 レーザ加工装置

⑮ 特 願 昭61-180811  
⑯ 出 願 昭61(1986)7月30日

⑰ 発明者 白 数 廣 東京都品川区西大井1丁目6番3号 日本光学工業株式会社大井製作所内  
⑱ 発明者 岩本 譲治 東京都品川区西大井1丁目6番3号 日本光学工業株式会社大井製作所内  
⑲ 発明者 町野 勝弥 東京都品川区西大井1丁目6番3号 日本光学工業株式会社大井製作所内  
⑳ 発明者 真島 清人 東京都品川区西大井1丁目6番3号 日本光学工業株式会社大井製作所内  
㉑ 出願人 日本光学工業株式会社 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号  
㉒ 代理人 弁理士 田辺 恵基

明細書

ことを特徴とするレーザ加工装置。

1. 発明の名称

レーザ加工装置

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明はレーザ加工装置に関し、例えば半導体加工装置に適用して好適なものである。

2. 特許請求の範囲

レーザ光発生装置から出射したレーザ光を、開口径が可変な可変開口によって成形し、上記成形したレーザ光を対物レンズにより加工対象上にレーザビームとして結像して加工するレーザ加工装置において、

上記可変開口に入射する上記レーザ光のレーザ光径を変化させるズーム光学系及び上記レーザ光の総エネルギーを変化させるレーザ光強度コントローラを具え、

上記開口径が変化したとき、上記開口径と上記レーザ光径の比が所定の値になり、かつ上記レーザビームが適切なエネルギーを有するように上記可変開口、上記ズーム光学系及び上記レーザ光強度コントローラを同期させて駆動する

(発明の概要)

本発明は、レーザ光を可変開口を介して加工対象に照射し加工するようになされたレーザ加工装置において、可変開口に入射するレーザ光のレーザ光径及び総エネルギーを開口径の変化に連動させて調整し、加工対象に最適なレーザ光断面強度分布をもつたレーザビームを照射することにより、操作が容易で、かつ加工精度の高いレーザ加工装置を容易に実現し得る。

(従来の技術)

半導体加工装置においては、半導体ウエハの表面部分に生成された薄膜上にレーザビームを照射

することにより、フォトレジスト層の切除や、導電性パターンの溶断などの加工を高い精度で実施するレーザ加工装置が用いられている。この種のレーザ加工装置においては、加工対象の材質、形状及び厚さなどに応じて、レーザビームの断面強度分布を適切に調整する必要があり、この調整が適切でないときには、加工精度が不十分になつたり、薄膜に対して下地となる半導体ウエハに損傷を与える結果になる不都合がある。従来、加工精度を維持するために、レーザ光源から射出されたレーザ光を開口を通してにより加工対象に応じた形状例えは矩形に成形し、この成形されたレーザ光を対物レンズによって加工対象の表面にレーザビームとして結像して当該加工対象を加工するようにした第3図に示すような構成のものが知られている(特開昭57-193291号公報)。

(発明が解決しようとする問題点)

第3図においてレーザ加工装置1は、レーザ光発生装置5から射出されたレーザ光L1をレーザ

光強度コントローラ4に入射する構成を有する。レーザ光強度コントローラ4はレーザ光L1の総エネルギーを変化させてなるレーザ光L2を得るもので、オペレータの手動操作によつて、第4図に示すように、レーザ光L1のレーザ光断面強度分布曲線d-eにおける中心位置0のレーザ光強度をレーザ光の拡がりを一定に保ちながら、調整し得る。レーザ光強度コントローラ4から得られるレーザ光L2はズーム光学系3において光径wを調整されてレーザ光L3として射出される。ここで、ズーム光学系3はレーザ光L3の総エネルギーを一定に保ちながらレーザ光L3の光径wをオペレータの手動操作によつて変化させるもので、第5図に示すように、光径w0から光径w1に縮小すると、レーザ光L3のエネルギー密度が大きくなることにより、レーザ光L3の中心位置0におけるレーザ光強度がE0からE1に尖鋭化するように上昇する。これに対して光径w0からw2に拡大するとレーザ光L3のエネルギー密度が小さくなることにより、中心位置0におけるレ

ザ光強度はE0からE2に鈍化するように低下する。

かくしてズーム光学系3から得られるレーザ光L3は、予め加工対象7に応じて決められた開口径aを有する可変開口2に照射され、可変開口2によつて形成されたレーザ光L4が対物レンズ6を通して加工対象7上にレーザビームとして結像される。

しかし第3図の構成によると、ズーム光学系3及びレーザ光強度コントローラ4の調節をするにつき高度な熟練を要し、調節が不適切であれば、エネルギー分布が不均一なため、加工予定範囲の一部に加工できない部分ができたり、一部にエネルギーが集中して下地となる半導体基板にダメージを与えることがある。

本発明は以上の点を考慮してなされたもので、加工対象に照射するレーザビームを自動的に適正加工領域PDに一様に設定し得るようにすることにより、簡易な操作によつて加工精度の高い加工をなし得るようにしたレーザ加工装置を提案しよ

うとするものである。

(問題点を解決するための手段)

かかる問題点を解決するため本発明においては、レーザ光発生装置15から出射したレーザ光L1を、開口径aが可変な可変開口12によつて成形し、成形したレーザ光L14を対物レンズ16により加工対象17上にレーザビームとして結像して加工するレーザ加工装置11において、上記可変開口12に入射するレーザ光L13のレーザ光径wを変化させるズーム光学系13及びレーザ光L12の総エネルギーEを変化させるレーザ光強度コントローラ14を具え、開口径aが変化したとき、開口径aとレーザ光径wの比が所定の値になり、かつレーザビームが適切なエネルギーEを有するように可変開口12、ズーム光学系13、及びレーザ光強度コントローラ14を同期させて駆動するようにする。

(作用)

加工対象 17 の材質、形状及び厚さに応じて決まる開口径  $a$  に可変開口 12 が駆動されるのと同期して、ズーム光学系 13 及びレーザ光強度コントローラ 14 を駆動し、可変開口 12 に入射するレーザ光  $L_{13}$  のレーザ光径  $w$  及び総エネルギー  $E$  を適正に調整する。

かくしてレーザビーム  $L_{14}$  は、加工対象 17 に対して最適なレーザ光断面強度分布  $d_e$  を有することとなり、よつて高い精度で加工対象 17 を加工することができる。

#### (実施例)

以下図面について、本発明の一実施例を詳述する。

第1図において、11は全体としてレーザ加工装置を示し、レーザ光発生装置 15において発生されたレーザ光  $L_{11}$  の総エネルギーをレーザ光強度コントローラ 14において調整する。レーザ光強度コントローラ 14 の出力レーザ光  $L_{12}$  のレーザ光径はズーム光学系 13において調整され、

その出力レーザ光  $L_{13}$  が可変開口 12 によつて加工レーザ光  $L_{14}$  に成形された後、対物レンズ 16 によつて加工対象 17 上に結像される。

可変開口 12 及び対物レンズ 16 間には一部反射ミラー 19 が設けられ、加工レーザ光  $L_{14}$  の一部がエネルギー検出器 20 に取り出されてそのエネルギー  $E$  及びレーザ光断面強度分布曲線  $d_e$  が測定され、エネルギー測定信号  $S_1$  として制御回路 21 に送出される。

可変開口 12 は第2図に示すように、直角二等辺三角形形状の切込みを互いに対向するように重ね合わせた構成の可動絞り羽根 12A 及び 12B を有し、対向する切込みにより矩形形状の開口 12C を形成する。この2枚の可動絞り羽根 12A 及び 12B は制御回路 21 から可変開口駆動信号  $S_2$  を受けた可変開口駆動機構 23 によつて摺動され、これにより開口径  $a$  を変化させる。開口径  $a$  は開口径検出器 24 によつて測定され、開口径検出器 24 は開口径測定信号  $S_3$  を制御回路 21 に送出する。

開口径測定信号  $S_3$  を受けた制御回路 21 は、予め加工対象 17 に応じてキーボード 22 から入力された設定値に開口径  $a$  が等しくなるように、可変開口駆動機構 23 に対して可変開口駆動信号  $S_2$  を送出するようになされている。かくして開口径  $a$  は加工対象 17 の加工寸法に適合するよう設定され、可変開口 12 から射出した加工レーザビーム  $L_{14}$  を加工対象 17 の所定の加工部分に照射させる。

ズーム光学系 13 は、入射したレーザ光  $L_{12}$  の光径  $w$  を、制御回路 21 から送出されるズーム光学系駆動信号  $S_4$  によつてズーム光学系駆動機構 25 を介して変更する。レーザ光径  $w$  は例えばズーム光学系 13 の変位量から倍率を検出する構成のレーザ光径検出器 26 によつて測定され、レーザ光径検出器 26 はレーザ光径測定信号  $S_5$  を制御回路 21 に送出する。レーザ光径測定信号  $S_5$  を受けた制御回路 21 は、予めキーボード 22 から入力された設定値にレーザ光径 / 開口径比  $r$  ( $= w/a$ ) が達するようズーム光学系駆動機

構 25 にレーザ光学系駆動信号  $S_4$  を送出するようになされている。かくしてズーム光学系 13 に入射したレーザ光  $L_{12}$  のレーザ光径  $w$  は所定のレーザ光径 / 開口径比  $r$  をもつよう設定される。

また、レーザ光強度コントローラ 14 は、レーザ光発生装置 15 から入射したレーザ光  $L_{11}$  の総エネルギー  $E$  を、制御回路 21 から与えられるレーザ光強度制御信号  $S_6$  によつて変化させるもので、制御回路 21 はエネルギー測定信号  $S_1$  から得られる有効エネルギー  $E_e$  の大きさ及びレーザ光断面強度分布曲線  $d_e$  に基づいて、予めキーボード 22 から設定入力された適正加工領域  $P_D$  にレーザ光断面強度分布曲線  $d_e$  が入るように、加工レーザ光  $L_{14}$  の総エネルギー  $E$  を計算して対応するレーザ光強度制御信号  $S_6$  を送出するようになされている。かくしてレーザ光強度コントローラ 14 から射出したレーザ光  $L_{12}$  は適切な総エネルギー  $E$  を有することとなる。

レーザ光発生装置 15 は、制御回路 21 からレーザ光発振パルス  $S_7$  が到来したとき、レーザ光

L11をレーザ光強度コントローラ14に射出するようになされている。

以上の構成において、予め加工対象17の種類に応じてキーボード22から設定値を入力すれば、適正なレーザ光断面強度分布曲線d-eをもつた加工レーザ光L14が得られる。

すなわち第1図のレーザ加工装置11において、可変開口駆動機構23を介して可変開口12を可変操作すれば、加工対象17への加工レーザ光L14の投影像の大きさ、すなわち加工寸法を調節することができる。ここで加工レーザ光L14のレーザ光断面強度分布曲線d-eは、一般に第6図に示すように、中心位置0が最も強く、周辺部に行くに従つて0に収束するような、いわゆるガウス分布形状を有する。

これに対して加工対象17となる半導体は第7図(A)に示すように、下地にダメージを与えず、かつその表面に形成された薄膜を適正に加工し得る適正加工領域PDを有し(その上限値をEVとし、かつ下限値をELとする)、加工時には、可

変開口12の開口径aの全ての範囲においてレーザ光断面強度分布曲線d-eが適正加工領域PDに含まれることが望ましい。

ところが、可変開口12だけを制御してその開口径をa0からa1に拡大した場合には、第7図(B)に示すように、開口径a1の周縁部分u1のレーザ光強度が加工できない値に低下するような状態になるおそれがある。これとは逆に、第8図に示すように、可変開口12だけを制御してその開口径をa0からa2に縮小した場合には、開口径a2の外側の周縁に、実用上十分に加工し得るレーザ光強度をもしながら加工に使用されていない無駄なレーザ光部分が生ずるおそれがある。

この問題点を解決するため第1図のレーザ加工装置11においては、例えば第9図に示すように開口をa0からa1に拡大したとき、制御回路21によつてズーム光学系13又はレーザ光強度コントローラ14を調節することにより、中心位置0における加工レーザ光L14のレーザ光断面強度分布曲線d-eを鈍化させる(第5図)ことによ

つて加工範囲を拡大させると共に、総エネルギーを高める(第4図)ことにより加工領域の全部が適正加工領域PDに入るよう調整する。

これに対して開口径をa1からa0に縮小した場合には、同様にして制御回路21によつてズーム光学系13又はレーザ光強度コントローラ14を調節することによつて、加工レーザ光L14の中心位置0におけるレーザ光断面強度分布曲線d-eを尖鋭化させ(第5図)ことによつて加工範囲を縮小させると共に、総エネルギーを低める(第4図)ことにより加工領域の全部が適正加工領域PDに入るよう調整する。

以上の構成によれば、可変開口12、ズーム光学系13及びレーザ光強度コントローラ14を有するレーザ加工装置11において、加工対象17が変わり、それにともなつて適正加工領域PD及び加工寸法、すなわち開口径が変化した場合には、その都度可変開口12、ズーム光学系13及びレーザ光強度コントローラ14を制御回路21によつて制御することにより、常に適正なレーザ光断

面強度分布曲線d-eを有する加工レーザ光L14を得ることができる。

因にレーザ光径wの開口径aに対する比(すなわちレーザ光径/開口径比と呼ぶ)  $r = w/a$  が大きくなるに従つて、レーザ光L14の開口径aの範囲におけるレーザ光断面強度分布曲線d-eを一様に近づける(第5図)反面、開口径aの範囲におけるレーザ光L14のエネルギー(これを有効エネルギーと呼ぶ)  $E_r$  の総エネルギーEに対する比(これを有効エネルギー/総エネルギー比と呼ぶ)  $E_r = E_r/E$  は小さくなる。

従つて第1図の構成によれば、制御回路21は、加工材料、加工寸法等に応じて、可変開口12及びズーム光学系13を調整することによつてレーザ光径/開口径比rを決めた後、ズーム光学系13及びレーザ光強度コントローラ14を調整することによつて有効エネルギー/総エネルギー比  $E_r$  を決定し、かくして加工レーザ光L14の開口径aの範囲におけるレーザ光断面強度分布曲線d-eの一様性を実現することができ、その結果加

工対象 17 に対する加工精度を一段と高めることができる。

なお第1図の実施例においては、レーザ光エネルギー検出器 20 を可変開口 12 及び対物レンズ 16 間に配設した場合について述べたが、これに代え、可変開口 12 及びズーム光学系 13 間に配設しても上述と同様の効果を得ることができる。

また上述の実施例においては、各設定値の入力をキーボード 22 より行つたが、これに代え、マウス、レバー等、種々の入力装置を用いても良い。

さらに上述においては、本発明を半導体ウエハにおけるフォトレジスト層の切除や、導電性バッテンの溶断等に使用する加工装置に適用した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、種々の目的の加工装置に適用し得る。

#### (発明の効果)

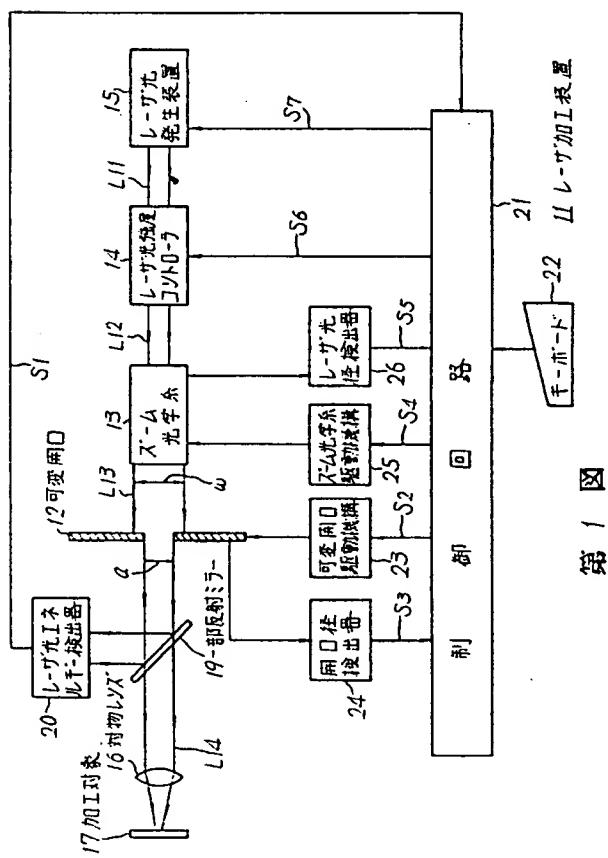
上述のように本発明によれば、簡易な操作によって加工精度の高いレーザ加工装置を容易に得ることができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

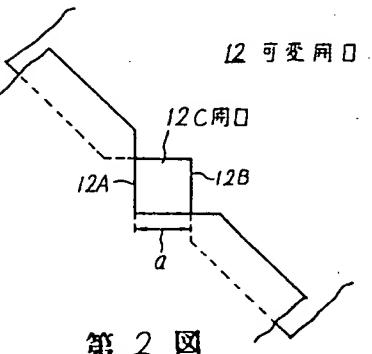
第1図は本発明によるレーザ加工装置の一実施例の構成を示すブロック図、第2図はその可変開口 12 の構成を示す略線図、第3図は従来のレーザ加工装置を示すブロック図、第4図及び第5図はそれぞれレーザ光強度コントローラ及びズーム光学系の動作の説明に供する特性曲線図、第6図はレーザ光断面強度分布の説明に供する略線図、第7図、第8図は開口径を変化させたときのレーザ光断面強度分布を示す略線図、第9図は開口径を変化させたとき適正な調整を受けたレーザ光断面強度分布を示す略線図である。

1、11 ……レーザ加工装置、2、12 ……可変開口、3、13 ……ズーム光学系、4、14 ……レーザ光強度コントローラ、5、15 ……レーザ光発生装置、21 ……制御回路。

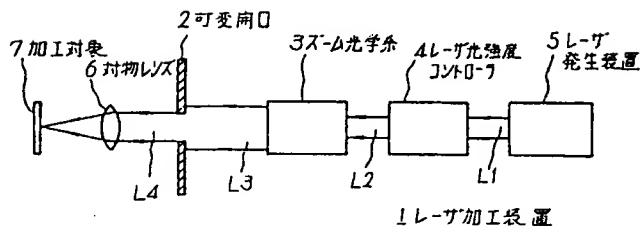
代理人 田辺 恵基



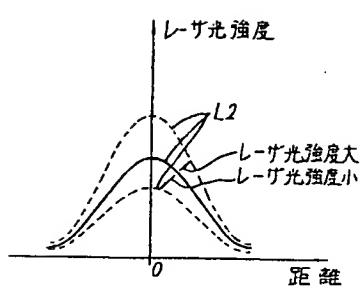
第1図



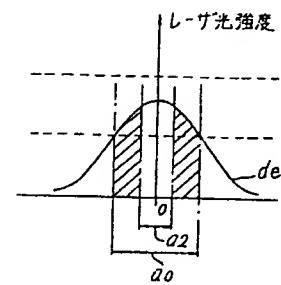
第2図



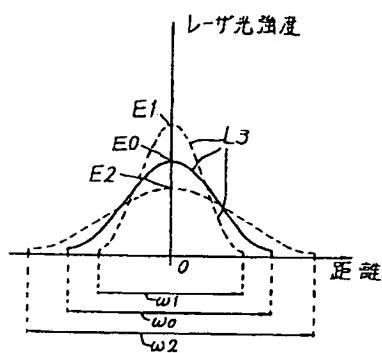
第3図



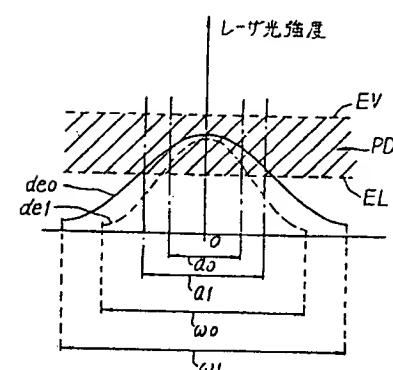
第4図



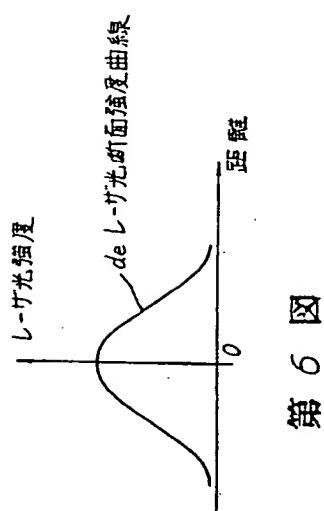
第8図



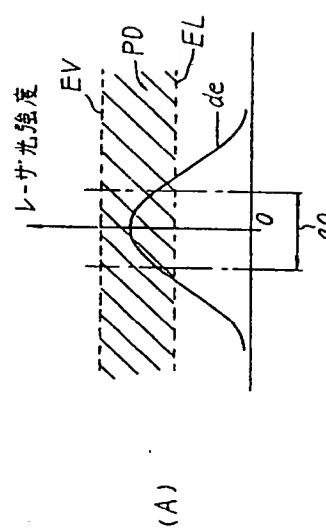
第5図



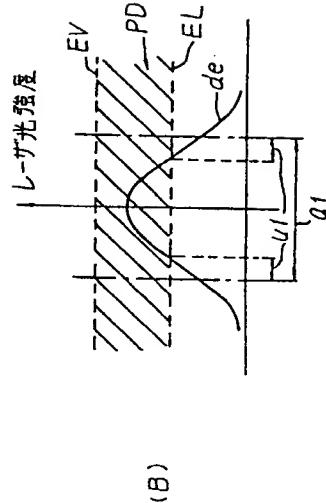
第9図



第6図



(A)



(B)

第7図